

Aus dem Veterinär - Anatomischen Institut der Universität Zürich
(Direktor: Prof. Dr. J. Frewein)
Arbeit unter der Leitung von Dr. med. vet. P. Wild

LICHTMIKROSKOPISCHE QUALITATIVE UND
QUANTITATIVE UNTERSUCHUNGEN
AM GLOMUS CAROTICUM
DES BOXERS UND DEUTSCHEN SCHÄFERHUNDES

INAUGURAL – DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde der Veterinär - Medizinischen Fakultät
der Universität Zürich

vorgelegt von
Monika Frei - Kuchen
Tierärztin
von Hagenbuch ZH

Genehmigt auf Antrag von
Prof. Dr. J. Frewein, Referent
Prof. Dr. Dr. h.c. H. Stünzi, Korreferent

Zürich 1981

Druck: Ruedi Gysin AG



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus dem Veterinär - Anatomischen Institut der Universität Zürich
(Direktor: Prof. Dr. J. Frewein)
Arbeit unter der Leitung von Dr. med. vet. P. Wild

**LICHTMIKROSKOPISCHE QUALITATIVE UND
QUANTITATIVE UNTERSUCHUNGEN
AM GLOMUS CAROTICUM
DES BOXERS UND DEUTSCHEN SCHÄFERHUNDES**

INAUGURAL – DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde der Veterinär - Medizinischen Fakultät
der Universität Zürich

vorgelegt von
Monika Frei - Kuchen
Tierärztin
von Hagenbuch ZH

Genehmigt auf Antrag von
Prof. Dr. J. Frewein, Referent
Prof. Dr. Dr. h.c. H. Stünzi, Korreferent

Meinen Eltern und Willi



INHALTSVERZEICHNIS

1.	EINLEITUNG	7
2.	MATERIAL UND METHODEN	9
3.	RESULTATE	13
	3.1 Qualitative Resultate	13
	3.2 Quantitative Resultate	14
4.	TABELLEN UND ABBILDUNGEN	15
5.	DISKUSSION	22
6.	ZUSAMMENFASSUNG	26
7.	LITERATUR	27

1. EINLEITUNG

Das Glomus caroticum ist ein arterieller Chemorezeptor in der Endaufteilung der A. carotis communis. Die Form und die genaue Lagebeziehung des Glomus caroticum zu den Arterien beim Hund sind zur Zeit noch Gegenstand weiterer Untersuchungen.

Das Glomus caroticum reagiert besonders auf Hypoxämie, in geringerem Masse auch auf Hyperkapnie und pH-Änderungen im arteriellen Blut (Blümcke et al. 1967 a+b, McDonald 1976). Wie die Mechanismen ablaufen ist heute noch nicht eindeutig geklärt. Die Auffassung von De Castro (1926, 1928, 1929), dass die Typ I-Zellen die Sauerstoff- und Kohlendioxidspannung im Blut registrieren und Impulse direkt über afferente Nervenbahnen zum Hirn leiten, wird angezweifelt, denn die Typ I-Zellen haben keinen direkten Kontakt zu den Blutgefässen und die Erregungsleitung erfolgt wahrscheinlich nicht direkt. Die Hypothesen, die sich auf physiologische und biochemische Untersuchungen stützen, sind sehr vielzählig und widersprüchlich (Zapata et al. 1969, Biscoe 1971, Acker 1976, Blümcke et al. 1967 a+b, McDonald 1976). Arias - Stella (1969) und Arias - Stella und Valcarcel (1973, 1976a) stellten fest, dass das Glomus caroticum von Menschen, die in extremer Höhe (4370 m.ü.M.) leben, deutlich grösser und schwerer ist als dasjenige von Küstenbewohnern. Diese Grössen- und Gewichtszunahme des Glomus caroticum wurde auch bei Patienten in chronisch hypoxämischen Zuständen gefunden (Helpap 1968, Edwards et al. 1971, Heath 1973, Lack 1977, Janzer 1977). Diese Resultate wurden sowohl durch Untersuchungen bei verschiedenen Tierarten in den Anden (Edwards et al. 1971b, 1972) als auch durch Versuche mit Ratten in Unterdruckkammern (Blessing u. Wolff 1973 a+b, Laidler u. Kay 1975b) bestätigt. Edwards (1973) fand bei in den Anden lebenden Hunden ein ca. dreifach vergrössertes Glomus caroticum verglichen mit dem von auf Meereshöhe lebenden Hunden. Ferner zeigten diese Arbeiten, dass die Veränderungen des Glomus caroticum nicht genetisch bedingt, sondern erworben und reversibel

sind. Die Volumenzunahme des Glomus caroticum beruht auf einer starken Vergrösserung des Kapillarovolumens und nur in geringem Masse auf einer Vergrösserung des Gesamtvolumens der Typ I-Zellen. Laidler u. Kay (1975a) und Arias - Stelle et al. (1976 a+b) stellten eine Hyperplasie der Typ I-Zellen fest, während Blessing u. Wolff (1973 a+b) eine Hypertrophie der Typ I-Zellen beschrieben und nur die Möglichkeit einer Hyperplasie nannten.

Tumoren des Glomus caroticum sind an sich selten, treten aber bei Mensch und Tier in extrem hoch gelegenen Gebieten häufiger als im Küstengebiet auf. Saldaña et al. (1973) stellten fest, dass Tumoren des Glomus caroticum bei Höhenbewohnern 10mal häufiger sind als bei Küstenbewohnern. Arias - Stella et al. (1976 b) fanden in den Anden bei 40% der Rinder tumoröse Entartungen des Glomus caroticum. Tumoren des Glomus caroticum kommen besonders bei brachycephalen Hunderassen vor und sind oft mit Herzbasistumoren vergesellschaftet (Scotti 1958, Hubben et al. 1960, Murray et al. 1975).

Dieses gehäufte Auftreten von Tumoren des Glomus caroticum bei brachycephalen Hunderassen führte zur Vermutung, dass durch die anatomischen Veränderungen der oberen Luftwege eine leichtgradige Atembehinderung eintreten und dies, wegen einer Ueberbeanspruchung des Glomus caroticum, zu einer Hypertrophie und in einigen Fällen sogar zur tumorösen Entartung des Organs führen könnte. Um pathologische Veränderungen als solche oder ihr Ausmass beurteilen zu können, sollten in dieser Arbeit folgende morphologische Grundlagen über das Glomus caroticum des Hundes ausgearbeitet werden:

1. Wie ist das Glomus caroticum aufgebaut?
2. Wie gross ist das Volumen des Glomus caroticum?
3. Wie hoch sind die Anteile von Typ I-Zellen, Gefässen und Restgewebe, d.h. Bindegewebe, Typ II-Zellen und Nervenfasern, am Totalvolumen des Glomus caroticum?
4. Wie viele Typ I-Zellen kommen im Glomus caroticum vor?
5. Bestehen bereits bei klinisch gesunden, jungen Boxern und Deutschen Schäferhunden rassenbedingte Unterschiede?

2. MATERIAL UND METHODE

Das rechte und linke Glomus caroticum von je 5 klinisch gesunden Boxern und Deutschen Schäferhunden, beiderlei Geschlechts, im Alter von 1-5 Jahren, wurden histologisch und morphometrisch untersucht. Die Hunde wurden in Neuroleptanalgesie (Propiopromazin [Combelen[®]] 0.1 mg/kg Körpergewicht und Methadon [1-Polamivet[®]] 1.2 mg/kg Körpergewicht) in Rückenlage abgebunden. Kranial des Sternums wurde beidseits die A. carotis communis auf einer Länge von 10 cm freipräpariert. Ebenso wurde beidseits die V. jugularis externa freigelegt. Die rechte A. carotis communis wurde kaudal der freipräparierten Stelle ligiert, kranial kanüliert und sofort mit isotoner Kochsalzlösung gespült. Darauf wurden die Hunde durch die V. cephalica antebrachii mit Pentobarbital [Vetanarcol[®]] euthanasiert. Sofort wurde auch die linke A. carotis communis kanüliert und beidseits wurde die V. jugularis externa abgebunden und kranial der Ligatur eröffnet. Zugleich wurde nun 4% Formaldehyd in 0,1 M Natriumphosphatpuffer, pH 7.4, infundiert. Die Perfusion des Kopfgebietes erfolgte für jede A. carotis communis aus einer eigenen Infusionsflasche mit einem Druck von 150 cm Wassersäule. Es wurden während 25 Minuten total 3 l Formaldehyd perfundiert. Dadurch sollten bei allen Präparaten vergleichbare Bedingungen, insbesondere der Gefäße, geschaffen werden. Nach der Perfusion wurde beidseits die Bifurkation der A. carotis communis freipräpariert, ein Gewebestück von ca. 1 cm³ Grösse herausgeschnitten, in 4% Formaldehyd ca. 24 Stunden weiter fixiert, in aufsteigender Alkoholreihe dehydriert und in Paraffin eingebettet. Auf einem Rotationsmikrotom wurden bei einer eingestellten Schnittdicke von 7 µm Serienschnitte hergestellt. Jeder 10. Schnitt wurde mit Haemalaun-Eosin gefärbt und zur Untersuchung verwendet. Zum Vergleich wurden einige Schnitte nach Grimelius gefärbt (Grimelius 1964). Bei dieser Färbung werden Katecholamingranula im Zytoplasma der Typ I-Zellen gelbbraun gefärbt, was ein sicheres Er-

kennen dieser Zellen ermöglicht. In der Tumordiagnostik ist diese Färbung sehr aufschlussreich (Glenner u. Grimley 1974). Zur Erkennung und Charakterisierung der Typ I-Zellen im normalen Glomusgewebe brachte sie jedoch keine deutlichen Vorteile gegenüber der Haemalaun-Eosin-Färbung. Dazu kommt, dass für die Grimeliusfärbung eine Fixation nach Bouin vorteilhaft ist. Um das Gewebe des Glomus caroticum möglichst rasch und gleichmässig zu fixieren, sollte das Organ perfundiert werden können. Bei der Infusion des Bouinschen Fixierungsgemisches aber koagulierte wegen der hohen Formalinkonzentration das Blut in den Gefässen sofort und eine einwandfreie Perfusion wird dadurch verhindert.

Die mittlere Schnittdicke wurde bei 10 zufällig ausgewählten Schnitten bestimmt. Dazu wurden die Schnitte mit Xylol entparaffiniert, in 0,1 M s-Collidin gewaschen und mit Osmiumsäure fixiert. Nach Dehydrierung mit Aethanol wurden sie in Epon eingebettet und senkrecht zur Schnittfläche geschnitten. Die darauf im Mikroskop gemessene durchschnittliche Schnittdicke betrug $9,59 \pm 2,57 \mu\text{m}$.

Das Volumen des Glomus caroticum sowie die verschiedenen Gewebsanteile wurden nach dem Punktezählverfahren (Weibel 1979) bestimmt. Durch Einlegen einer Strichplatte ins Mikroskopokkular wurde ein Netz, bestehend aus 400 Quadraten und 400 Testpunkten auf das Präparat projiziert. Bei einer 63fachen Vergrösserung wurden diejenigen Testpunkte als Trefferpunkt gezählt, die auf funktionelles Glomusgewebe fielen. Als funktionelles Glomusgewebe wird im folgenden die Gesamtheit von Typ I-Zellen, Typ II-Zellen, Gefässen und Nervenfasern verstanden. Bindegewebe wurde dann dazugerechnet, wenn es sich gegen die Typ II-Zellen nicht abgrenzen liess oder wenn es sich um Septen oder um eine deutlich erkennbare, zum Organ gehörige Kapsel handelte.

Das Glomusvolumen V_{Gl} wurde folgendermassen berechnet:

$$V_{Gl} = n \cdot s \cdot P_{Gl} \cdot z^2$$

n Anzahl Schnitte mit Glomusgewebe

s gemessene durchschnittliche Schnittdicke (mm)

P_{Gl} Anzahl Trefferpunkte

z Netzpunkteabstand (mm)

Für die Bestimmung der einzelnen Gewebsanteile wurde bei einer 400fachen Vergrösserung die gleiche Strichplatte, die zur Volumenbestimmung verwendet worden war, auf ein Blickfeld, das nur Glomusgewebe enthielt, projiziert. Die Einstellung dieser Felder erfolgte rein zufällig, so dass auch Felder ausgezählt wurden, bei denen bindegewebige oder vaskuläre Strukturen vorherrschten. In 10 Schnitten pro Glomus wurde die Anzahl Trefferpunkte, die auf Typ I-Zellen, Gefässe und das Restgewebe fielen, bestimmt. Bindegewebe, Typ II-Zellen und Nerven werden im folgenden als Restgewebe zusammengefasst. Aus diesen Zahlen wurde die Volumendichte der einzelnen Bestandteile errechnet. Die Volumendichte mit dem entsprechenden Glomusvolumen multipliziert, ergab den zu bestimmenden Gewebsanteil am Gesamtvolumen.

Zusätzlich wurde die Anzahl der Kerne der Typ I-Zellen auf der totalen Testfläche gezählt, um daraus die Anzahl der Typ I-Zellen im Glomus caroticum zu berechnen.

Um die Grösse der Typ I-Zellen und ihrer Kerne zu bestimmen, wurden bei 100 Zellanschnitten, die einen Kernanschnitt enthielten, der Zell- und der Kerndurchmesser gemessen. Diese Methode führt nur zu einem approximativen Wert, wobei dieser unterschätzt wird, weil nicht nur Schnitte durch die Zellmitte mit dem grössten Durchmesser, sondern auch seitlich davon gelegte Schnitte mit etwas kleinerem Durchmesser ausgewertet werden.

Beim Menschen wurde festgestellt, dass das Glomusvolumen vom Körpergewicht abhängig ist (Lack 1977). Um die erhaltenen Werte miteinander vergleichen zu können, wurden sie pro kg Körpergewicht ausgedrückt.

Mit einer Varianzanalyse wurden die Resultate miteinander verglichen.

3. RESULTATE

3.1 Qualitative Resultate

Das Glomus caroticum des Hundes wird meist von einer feinen Bindegewebskapsel (Abb. 1,a) umgeben. Von dieser Kapsel strahlen Bindegewebssepten (Abb. 1,b) ins Innere des Organs und unterteilen es in einzelne Läppchen. In den Septen verlaufen grosse Gefässe und viele Nervenfasern. Die einzelnen Läppchen werden durch feine Bindegewebssepten in Zellballen unterteilt. Die äussere Begrenzung des Organs ist unregelmässig und es besitzt fingerartige Fortsätze (Abb. 2), manchmal auch Inseln, die 1-5 mm vom eigentlichen Glomus entfernt sein können. In einigen Fällen ist der Aufbau des Glomus caroticum weniger gegliedert. Einzelne Läppchen oder Zellballen, teils von einer feinen Bindegewebskapsel umgeben, teils ohne erkennbare Kapsel, liegen verstreut im Bindegewebe der Umgebung. Beim gleichen Hund können Unterschiede im Aufbau des Glomus caroticum zwischen der rechten und linken Körperseite vorkommen.

Die Zellballen enthalten nebst Bindegewebszellen 2 spezifische Zellarten, die Typ I-Zellen und die Typ II-Zellen (Abb. 3). Die Typ I-Zellen haben einen Durchmesser von 9-12 μm , sind kugelig bis ovoid und haben ein helles, kaum anfärbbares Zytoplasma. Mit der Grimeliusfärbung lassen sich im Zytoplasma gelbbraune Granula, die biogene Amine enthalten, darstellen. Der Zellkern ist kugelig, hat einen Durchmesser von 4,5-6 μm und sein Chromatin ist fein verteilt (Abb. 4,I). Die Typ I-Zellen sind meistens in Zellhaufen oder Zellsträngen angeordnet, manchmal liegen sie auch einzeln im Bindegewebe.

Die Typ II-Zellen sind kleiner als die Typ I-Zellen, spindelförmig und besitzen im Lichtmikroskop erkennbare Fortsätze. Das Zytoplasma der Typ II-Zellen ist dunkler als das der Typ I-Zellen. Der Zellkern ist länglich geformt (Abb. 4,II) und wegen der dichten Lagerung des Chromatins gut sichtbar. Die Typ II-Zellen liegen in der Regel an der Peripherie der Zell-

ballen.

Neben diesen zelligen Elementen weisen die Zellballen ein dichtes Kapillarnetz und wenige kollagene Fasern auf.

Die Nervenfasern in den Läppchen und Zellballen lassen sich nur mit Spezialfärbungen darstellen.

3.2 Quantitative Resultate

Die morphometrisch bestimmten Werte sind in den Tabellen 1-4 zusammengefasst. Das Gesamtvolumen sowie alle bestimmten Gewebsanteile weisen grosse individuelle Schwankungen auf und oft sind erhebliche Unterschiede zwischen dem rechten und linken Glomus caroticum eines Hundes vorhanden. Das absolute Volumen des Glomus caroticum liegt zwischen 3 und 16 mm³. Statistisch signifikante, rassenspezifische Unterschiede konnten weder beim Gesamtvolumen noch bei einem der bestimmten Gewebsanteile festgestellt werden.

Bei der prozentualen Verteilung von Gewebsanteilen (Tabelle 3 und 4) weist die Gruppe der Deutschen Schäferhunde ein statistisch signifikant grösseres Volumen der Typ I-Zellen pro Volumeneinheit auf, als die Gruppe der Boxer. Die Anteile der Gefässe bzw. des Restgewebes weisen keinen statistisch signifikanten Unterschied auf.

4. TABELLEN UND ABBILDUNGEN

Tabelle 1: Volumen des Glomus caroticum; Volumenanteile von Typ I-Zellen, Gefässen und Restgewebe; Anzahl der Typ I-Zellen im Glomus caroticum des Boxers.

Hund Nr.	1	2	3	4	5	$\bar{x}$	s	$\bar{x}(\text{rel.})$	s
V_{G1} re	0,370	0,222	0,342	0,257	0,341	0,306	0,063	0,683	0,274
V_{G1} li	0,732	0,137	0,404	0,364	0,234	0,374	0,226		
V_I re	0,010	0,003	0,007	0,007	0,010	0,007	0,003	0,018	0,009
V_I li	0,020	0,003	0,008	0,013	0,006	0,010	0,007		
V_{Gf} re	0,087	0,048	0,086	0,054	0,080	0,071	0,018	0,150	0,069
V_{Gf} li	0,172	0,027	0,079	0,074	0,043	0,079	0,056		
V_R re	0,273	0,172	0,249	0,195	0,252	0,228	0,043	0,513	0,197
V_R li	0,540	0,108	0,317	0,278	0,184	0,285	0,164		
N_I re	51000	76000	21000	4000	18000	34000	29060	64800	44291
N_I li	85000	2000	28000	26000	13000	31000	52070		

Tabelle 2: Volumen des Glomus caroticum; Volumenanteile von Typ I-Zellen, Gefäßen und Restgewebe; Anzahl der Typ I-Zellen im Glomus caroticum des Deutschen Schäferhundes

Hund Nr.	1	2	3	4	5	$\bar{x}$	s	$\bar{x}(\text{re+li})$	s
V _{Gl} re	0,474	0,289	0,276	0,223	0,183	0,291	0,110	0,673	0,130
V _{Gl} li	0,406	0,351	0,289	0,486	0,386	0,384	0,072		
V _I re	0,021	0,010	0,008	0,008	0,011	0,012	0,005	0,028	0,010
V _I li	0,019	0,011	0,009	0,028	0,016	0,016	0,007		
V _{Gf} re	0,106	0,080	0,080	0,053	0,035	0,071	0,027	0,151	0,038
V _{Gf} li	0,095	0,097	0,063	0,060	0,085	0,080	0,017		
V _R re	0,346	0,199	0,188	0,163	0,136	0,206	0,082	0,494	0,102
V _R li	0,292	0,244	0,217	0,399	0,285	0,287	0,069		
N _I re	66000	37000	35000	13000	22000	34600	20110	85600	29031
N _I li	63000	61000	24000	68000	39000	51000	18750		

Abkürzungen für Tabelle 1 + 2

- V_{Gl} Volumen des Glomus caroticum in mm³ pro kg Körpergewicht
V_I Volumen der Typ I-Zellen in mm³ pro kg Körpergewicht
V_{Gf} Volumen der Gefäße in mm³ pro kg Körpergewicht
V_R Volumen des Restgewebes (Bindegewebe, Typ II-Zellen und Nervenfasern) in mm³ pro kg Körpergew.
N_I Anzahl der Typ I-Zellen
re rechts $\bar{x}$ Mittelwert
li links s Standardabweichung

Tabelle 3: Prozentuale Volumenanteile von Typ I-Zellen, Gefäßen und Restgewebe am Glomus caroticum des Boxers.

Hund Nr.	1	2	3	4	5	$\bar{x}$	s	$\bar{x}(\text{re+li})$	s
I re	2,8	1,3	2,2	2,8	2,8	2,4	0,7	5,08*	1,14
I li	2,7	2,3	2,1	3,7	2,7	2,7	0,6		
Gf re	23,5	21,6	25,0	21,2	23,2	22,9	1,5	43,18	2,60
Gf li	23,6	19,5	19,6	20,2	18,5	20,3	2,0		
R re	73,7	77,1	72,8	76,0	74,0	74,7	1,8	151,74	2,88
R li	73,7	78,2	78,3	76,1	78,8	77,0	2,1		

Tabelle 4: Prozentuale Volumenanteile von Typ I-Zellen, Gefäßen und Restgewebe am Glomus caroticum des Deutschen Schäferhundes.

Hund Nr.	1	2	3	4	5	$\bar{x}$	s	$\bar{x}(\text{re+li})$	s
I re	4,5	3,6	3,0	3,6	6,1	4,2	1,2	8,28*	1,82
I li	4,7	3,1	3,0	5,7	4,1	4,1	1,1		
Gf re	22,4	27,7	28,9	23,6	19,2	24,4	4,0	45,80	7,66
Gf li	23,3	27,7	21,8	12,3	22,1	21,4	5,6		
R re	73,1	68,7	68,1	72,8	74,7	71,5	2,9	145,92	6,27
R li	72,0	69,2	75,2	82,0	73,8	74,4	4,8		

* Signifikanz bei $p < 0,05$

Abkürzungen für Tabelle 3 + 4

I	Typ I-Zellen
Gf	Gefäße
R	Restgewebe (Bindegewebe, Typ II-Zellen, Nervenfasern)
re	rechts
li	links
$\bar{x}$	Mittelwert
s	Standardabweichung

Abb. 1: Glomus caroticum eines Deutschen Schäferhundes, 2 J.
a Kapsel b Septum (Verg. 100)

Abb. 2: Querschnitt durch 2 fingerförmige Fortsätze des
Glomus caroticum eines Deutschen Schäferhundes, 4 J.
(Verg. 100)

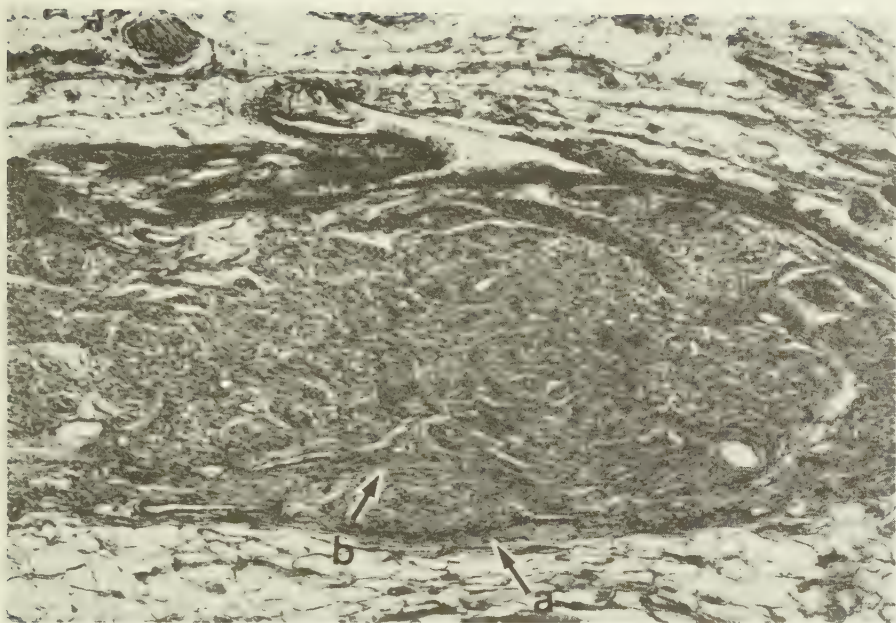


Abb. 1

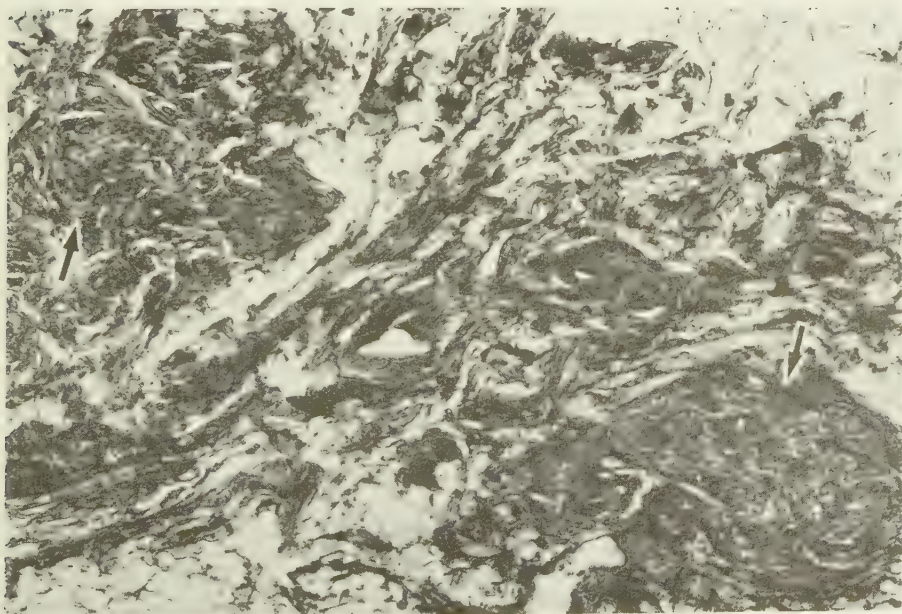


Abb. 2

Abb. 3: Zellballen im Glomus caroticum eines
Deutschen Schäferhundes, 2 J. (Verg. 600)
I Typ I-Zellen II Typ II-Zellen a Gefäßanschnitte

Abb. 4: Typ I- und Typ II-Zellen im Glomus caroticum eines
Deutschen Schäferhundes, 2 J. (Verg. 2300)
I Typ I-Zelle II Kern einer Typ II-Zelle

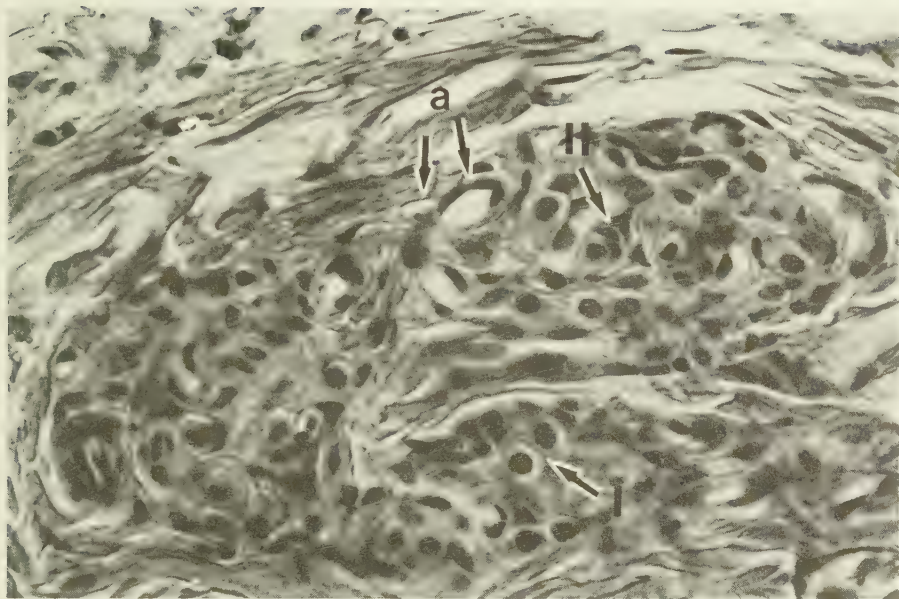


Abb. 3

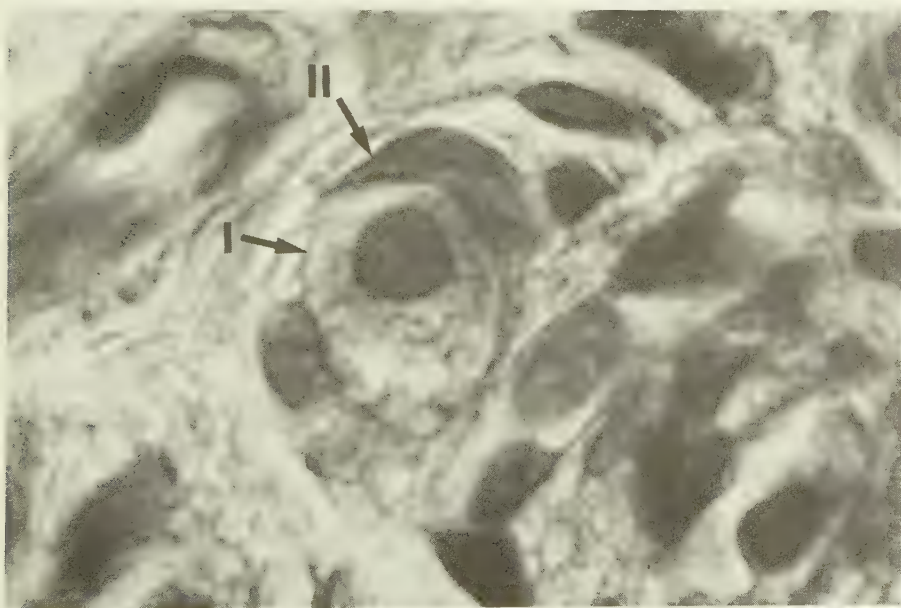


Abb. 4

5. DISKUSSION

Das Glomus caroticum des Hundes gehört wie das des Menschen zum disseminierten Typ (Watzka 1943), d.h. es ist selten kompakt, sondern aus einzelnen Läppchen aufgebaut, die durch Bindegewebssepten voneinander getrennt sind. Das unregelmässig begrenzte Organ besitzt mehrere fingerartige Fortsätze. In einigen Fällen treten Organinseln auf, die 1-5 mm vom eigentlichen Glomus entfernt sein können. De Kock (1959) beschrieb solche Inseln beim Kaninchen, De Castro (1962) bei Hund und Katze und Seidel (1976) bei der Katze. Grafia (1980) wies solche Inseln beim Menschen nach und bezeichnete sie als "Miniglomera". Eine dicke Bindegewebskapsel, wie sie beim kompakten Glomus caroticum der Katze (Hollinshead 1943, Ross 1957 + 1959) und des Rindes (Arias-Stella et al. 1976b) vorkommt und wie sie Kobayashi (1968) auch beim Hund beschrieb, wurde bei diesen Hunden nicht gefunden. Meist umgibt nur eine feine Bindegewebskapsel das Organ. In den anderen Fällen reicht das lockere Bindegewebe der Umgebung bis direkt an die einzelnen Läppchen oder Zellballen heran, so dass nicht von einer Kapsel gesprochen werden kann. Unterschiede in der Anordnung der Läppchen zum Bindegewebe treten nicht nur von Individuum zu Individuum, sondern auch beim gleichen Hund zwischen rechtem und linkem Glomus caroticum auf. Seidel (1976) fand auch bei der Katze oft Unterschiede in der Form zwischen dem rechten und linken Glomus caroticum.

Die starke Vaskularisation, der Reichtum an Nervenfasern und die spezifischen Typ I- und Typ II-Zellen finden sich im Glomus caroticum des Hundes wie bei den anderen Tierarten. Lever et al. (1959) beschrieben beim Kaninchen und in seltenen Fällen bei der Katze, Höglund (1967) beim Pferd und Arias - Stella et al. (1976a) beim Menschen kleinere Typ I-Zellen mit dunklem Zytoplasma, sogenannte "dunkle" Typ I-Zellen. Höglund (1967) und Edwards (1973) fanden auch beim Hund vereinzelt solche Zellen. In diesem Untersuchungsmaterial konnten jedoch

keine Typ I-Zellen eindeutig als "dunkle" identifiziert werden.

Das absolute Volumen des Glomus caroticum beim Hund liegt zwischen 3 und 16 mm³. Diese grossen Unterschiede kommen nicht nur bei den Werten des absoluten Volumens vor, sondern auch dann, wenn die Gewichtsunterschiede der Tiere mitberücksichtigt werden. Wie beim Menschen (Janzer 1977) sind auch beim Hund die Glomera carotica der beiden Seiten meist verschieden gross.

Dinsdale et al. (1977) fanden dagegen bei Kindern keine bedeutenden Volumenunterschiede zwischen dem rechten und linken Glomus caroticum.

Nach Adams(1958) und Arias - Stella et al. (1976a) ist das Volumen des Glomus caroticum beim Menschen altersabhängig. Das Glomus caroticum wird im Alter grösser. Diese Abhängigkeit ist im Alter von 40-70 Jahren deutlich, unter 40 Jahren ist sie unbedeutend. Deshalb wurden bei diesen Untersuchungen gleich alte Tiere benutzt.

Edwards (1973) gab das durchschnittliche Glomusvolumen des auf Meereshöhe lebenden Hundes mit $0,277 \pm 0,0776$ mm³ an. Diese Volumenbestimmung erfolgte mit dem Punktezählverfahren, es wurde jedoch nicht erwähnt, ob das ganze Organ oder nur einzelne Zelltypen ausgezählt worden waren.

Das Glomus caroticum des Hundes besteht durchschnittlich aus 3,3% Typ I-Zellen, 22,2% Gefässen und 74,5% Bindegewebe, Nervenfasern und Typ II-Zellen. Diese Zahlen lassen sich nur schwer mit Zahlen anderer quantitativer Arbeiten vergleichen (Laidler u. Kay 1975b, Dinsdale et al. 1977, Seidel et al. 1977, Janzer 1977), da meist andere Parameter bestimmt wurden. Aus der Arbeit von Seidel et al. (1977) lassen sich für das Glomus caroticum der Katze folgende Werte angeben: Gefässe 22,3%, spezifisches Gewebe 16,9% und Restgewebe 60,8%. Der Prozentsatz des Gefässanteils stimmt mit dem aus dieser

Arbeit überein. Mit den Zahlen von Laidler u. Kay (1975b) lassen sie sich nicht vergleichen, da diese Autoren nur das Kapillarvolumen bestimmt haben. Unter spezifischem Gewebe berücksichtigten Seidel et al. (1977) Typ I-Zellen, Typ II-Zellen und das Bindegewebe, das diese Zellen umgibt. Deshalb ist dieser Prozentsatz deutlich höher als in der vorliegenden Arbeit. Laidler u. Kay (1975b) fanden bei jungen Wistarratten ein Volumen der Typ I-Zellen und Typ II-Zellen von etwa 60%. Da in keiner Arbeit über hypoxämische Zustände eine Veränderung der Typ II-Zellen beschrieben wurde und Kay u. Laidler (1977) auch im Elektronenmikroskop keine Veränderungen der Typ II-Zellen bei chronischer Hypoxämie fanden, schien es gerechtfertigt, nur das Volumen der Typ I-Zellen zu bestimmen. Dazu kommt, dass es im Lichtmikroskop bei einer Schnittdicke von etwa 10 μm nicht immer möglich war, die Typ II-Zellen mit Sicherheit von den Bindegewebszellen zu unterscheiden. Aus den Tabellen 1 und 2 geht hervor, dass bei keinem Parameter ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen gesunden Boxern und Deutschen Schäferhunden besteht. Der prozentuale Volumenanteil der Typ I-Zellen, der beim Deutschen Schäferhund statistisch signifikant höher ist als beim Boxer, gibt nur Auskunft über die Volumendichte oder die Verteilung der Typ I-Zellen pro Volumeneinheit. Der volumenmässige Anteil der Typ I-Zellen im Glomus caroticum weist dagegen keinen statistisch signifikanten, rassenabhängigen Unterschied auf.

Eine Hypoxämie führt nicht immer zu einer Vergrösserung des Glomus caroticum. So sind nach Naeye et al. (1976) bei vielen Opfern des plötzlichen Kindstodes (sudden infant death syndrom SIDS) deutliche Anzeichen einer chronischen Hypoxämie zu finden. Auf Grund dieser Feststellung erwarteten sie bei diesen Opfern einen vergrösserten Volumenanteil der Typ I-Zellen. Sie fanden aber in 63% ein subnormales und nur in 23% der Fälle ein vergrössertes Volumen der Typ I-Zellen.

In diesem Zusammenhang ist aber zu bedenken, dass es noch weitere Chemorezeptoren an anderen Stellen des Körpers gibt. Aus dem Studium der Literatur geht nicht hervor, ob sich z.B. das Glomus aorticum bei gleichen äusseren Bedingungen in gleicher Weise wie das Glomus caroticum verändert. Herzbasis-tumoren werden bei der Sektion des Hundes häufiger festgestellt als Tumoren des Glomus caroticum. Das könnte dadurch bedingt sein, dass die Chemorezeptoren in der Umgebung des Herzens früher oder heftiger reagieren als das Glomus caroticum und geringgradige Veränderungen des Glomus caroticum nur bei einer genauen makroskopischen oder mikroskopischen Untersuchung gefunden würden.

Fáncsi (1980) teilte mit, dass bei Kindern, welche als Frühgeburten längere Zeit im Brutkasten einem Gasgemisch mit relativ hoher Sauerstoffkonzentration ausgesetzt waren, das Volumen des Glomus caroticum bei der Untersuchung nach Jahren deutlich grösser als bei Vergleichsfällen war.

Es wurden keine morphologischen Unterschiede gefunden, die eine Erklärung für die vermehrte tumoröse Entartung des Glomus caroticum bei brachycephalen Hunden liefern. Es bleibt somit weiteren physiologischen, biochemischen oder elektronenmikroskopischen Untersuchungen überlassen, vielleicht an anderen Werten des Glomus caroticum des Boxers und Deutschen Schäferhundes, rassenspezifische Unterschiede zu finden.

6. ZUSAMMENFASSUNG

Bei klinisch gesunden, gleich alten Boxern und Deutschen Schäferhunden wurde das Glomus caroticum histologisch und morphometrisch untersucht. Das Organ wird meist von einer feinen Bindegewebskapsel umgeben, von welcher Bindegewebssepten ins Innere des Organs einstrahlen und es in Läppchen und Zellballen unterteilen. In einigen Fällen fehlt eine eigentliche Kapsel. Das Glomus caroticum besitzt fingerartige Fortsätze und in einigen Fällen liegen Organinseln bis zu 5 mm vom Glomus entfernt im Bindegewebe der Umgebung.

Mit dem Punktezählverfahren wurden das Gesamtvolumen, die Volumenanteile von Typ I-Zellen, Gefässen und Restgewebe, d.h. Typ II-Zellen, Bindegewebe und Nervenfasern, und die Anzahl der Typ I-Zellen im Glomus caroticum bestimmt.

Sowohl beim Gesamtvolumen wie auch bei den einzelnen Gewebsteilen bestehen grosse individuelle Unterschiede und bei den einzelnen Tieren auch grosse Unterschiede zwischen den Werten der Glomera carotica der beiden Seiten. Das gilt auch für die Form und den Aufbau des Glomus caroticum.

Es wurden keine rassenspezifischen, statistisch signifikanten Unterschiede festgestellt.

7. LITERATURVERZEICHNIS

ACKER, H. (1976)

Das Glomus caroticum.

Ein Modell, um die Chemoreception zu verstehen.

Naturwissenschaften 63, 523-527

ADAMS, W.E. (1958)

The comparative morphology of the carotid body and the carotid sinus.

Thomas, Springfield

ARIAS-STELLA, J. (1969)

Human carotid body at high altitudes.

Amer. J. Path. 55, 82a

ARIAS-STELLA, J., and VALCARCEL, J. (1973)

The human carotid body at high altitudes.

Path. Microbiol. 39, 292-297

ARIAS-STELLA, J., and VALCARCEL, J. (1976a)

Chief cell hyperplasia in the human carotid body at high altitudes.

Physiologic and pathologic significance.

Hum.Path. 7, 361-373

ARIAS-STELLA, J., and BUSTOS, F. (1976b)

Chronic hypoxia and chemodectomas in bovines at high altitudes.

Arch. Path. Lab. Med. 100, 636-639

BISCOE, T.J. (1971)

Carotid Body: Structure and function.

Physiol. Rev. 51, 437-495

BLESSING, M.H., and WOLFF, H. (1973a)

The carotid bodies at simulated high altitude.

Path. Microbiol. 39, 310-312

BLESSING, M.H. und WOLFF, H. (1973b)

Befunde am Glomus caroticum der Ratte nach Aufenthalt in einer simulierten Höhe von 7500 m.

Virchows Arch. path. Anat. 360, 79-92

BLUEMCKE, S., RODE, J., and NIEDORF, H.R. (1967a)

The carotid body after Oxygen deficiency.

Z. Zellforsch. 80, 52-77

BLUEMCKE, S., NIEDORF, H.R. und RODE, J. (1967b)

Das Glomus caroticum nach CO_2 -Erhöhung in der Atemluft.

Z. Zellforsch. 81, 557-570

DE CASTRO, F. (1926)

Sur la structure et l'innervation de la glande intercarotidienne de l'homme et des mammifères, et sur un nouveau système d'innervation autonome du nerf glossopharyngien.

Etudes anatomiques et expérimentales.

Trab. Lab. Invest. biol. Univ. Madr. 24, 365-432

DE CASTRO, F. (1928)

Sur la structure et l'innervation du sinus carotidien de l'homme et des mammifères. Nouveaux faits sur l'innervation et la fonction du glomus caroticum.

Etudes anatomiques et physiologiques.

Trab. Lab. Invest. biol. Univ. Madr. 25, 331-380

DE CASTRO, F. (1929)

Ueber die Struktur und die Innervation des Glomus caroticum beim Menschen und bei den Säugetieren.

Anatomisch-experimentelle Untersuchungen.

Zschr. Anat. Entwickl. Gesch. 89, 250-265

DE CASTRO, F. (1962)

Sur la vascularisation et l'innervation des corpuscule carotidiens aberrants.

Arch. int. Pharmacodyn. 139, 212-224

DINSDALE, F., EMERY, J.L., and GADSDON, D.R. (1977)

The carotid body - a quantitative assessment in children.

Histopathology 1, 179-187

EDWARDS, C., HEATH, D., and HARRIS, P. (1971a)

The carotid body in emphysema and left ventricular hypertrophy.

J. Path. Bact. 104, 1-13

EDWARDS, C., HEATH, D., HARRIS, P., CASTILLO, Y., KRUEGER, H., and ARIAS-STELLA, J. (1971b)

The carotid body in animals at high altitude.

J. Path. Bact. 104, 231-238

EDWARDS, C., HEATH, D., and HARRIS, P. (1972)

Ultrastructure of the carotid body in high-altitude guinea-pigs.

J. Path. Bact. 107, 131-136

EDWARDS, C.W. (1973)

The carotid body in animals at high altitude.

Path. Microbiol. 39, 298-304

FÁNCSI, T. (1980)

Budapest, mündliche Mitteilung.

GARFIA, A. (1980)

Glomus tissue in the vicinity of human carotid sinus.

J. Anat. 130, 1-12

GLENNER, G.G., and GRIMELY, P.M. (1974)

Tumors of the extra - adrenal paraganglion system (including chemoreceptors).

Atlas of Tumor Pathology, Armed Forces Institute of Pathology, Washington

GRIMELIUS, L. (1964)

A modified silver protein method for studying the argyrophil cells of the islets of Langerhans.

In: The structure and Metabolism of the pancreatic islets. Pergamon Press, Oxford

HEATH, D. (1973)

The carotid body in human cardiopulmonary disease.

Path. Microbiol. 39, 305-309

HELPAP, B. (1968)

Untersuchungen über den Einfluss pulmonaler und cerebraler Atemstörungen auf das Zellmuster der Carotiskörperchen beim Menschen.

Virchows Arch. path. Anat. 344, 172-180

HOEGLUND, R. (1967)

An ultrastructural study of the carotid body of horse and dog.

Z. Zellforsch. 76, 568-576

HOLLINSHEAD, W.H. (1943)

A cytological study of the carotid body of the cat.

Amer. J. Anat. 73, 185-213

HUBBEN, K., PATTERSON, D.F., and DETWEILER, D.K. (1960)

Carotid body tumor in the dog.

J.A.V.M.A. 137, 411-416

JANZER, R.C. (1977)

Der Einfluss von chronisch hypoxämischen Zuständen auf die Struktur des Carotiskörperchens des Menschen.

Med. Diss. Zürich

KAY, J.M., and LAIDLER, P. (1977)

Hypoxia and the carotid body.

J. clin. Path. 30, Suppl. (Roy. Coll. Path.) 11, 30-44

KOBAYASHI, S. (1968)

Fine structure of the carotid body of the dog.

Arch. histol. jap. 30, 95-120

DE KOCK, L.L. (1959)

The carotid body system of the higher vertebrates.

Acta anat. 37, 265-279

LACK, E.E. (1977)

Carotid body hypertrophy in patients with cystic fibrosis and cyanotic congenital heart disease.

Hum. Path. 8, 39-51

LAIDLER, P., KAY, J.M. (1975a)

The effect of chronic hypoxia on the number and nuclear diameter of Typ I cells in the carotid body of rats.

Amer. J. Path. 79, 311-320

LAIDLER, P., and KAY, J.M. (1975b)

A quantitative morphological study of the carotid bodies of rats living at a simulated altitude of 4300 metres.

J. Path. Bact. 117, 183-191

LEVER, J.D., LEWIS, P.R., and BOYD, J.D. (1959)

Observations on the fine structure and histochemistry of the carotid body in the cat and rabbit.

J. Anat. 93, 478-490

MCDONALD, D.M. (1976)

Structure and function of reciprocal synapses interconnecting glomus cells and sensory nerve terminals in the rat carotid body.

Chromaffin, Enterochromaffin and Related Cells,
edited by Coupland R.E. and Fujita T.

MURRAY, J.D., and STRAFUSS, A.C. (1975)

Carotid body tumors in the dog: a review and report of four cases.

J.A.V.M.A. 166, 1003-1006

NAEYE, R.L. (1976)

Cartoid body in the sudden infant death syndrome.

Science 191, 567-569

ROSS, L.L. (1957)

A cytological and histochemical study of the carotid body of the cat.

Anat. Rec. 129, 433-455

ROSS, L.L. (1959)

Electron microscopic observations of the carotid body of the cat.

J. biophys. biochem. Cytol. 6, 253-262

SALDAÑA, M.J., SALEM, L.E., and TRAREZAN, R. (1973)

High altitude hypoxia and chemodectomas.

Hum. Path. 4, 251-263

SCOTTI, T.M. (1958)

The carotid body tumor in dogs.

J.A.V.M.A. 132, 413-419

SEIDL, E. (1976)

On the variability of form and vascularization of the cat carotid body.

Anat. Embryol. 149, 79-86

SEIDL, E., SCHAEFER, D., ZIEROLD, K., ACKER, H., and LUEBBERS, D.W. (1977).

Light-microscopic and electron-microscopic studies on the morphology of cat carotid body.

In: Chemoreception in the carotid body

edited by Acker, H. et al. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York 1-6

WATZKA, M. (1943)

Die Paraganglien.

In: Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen.

Hrg. W. von Möllendorf Bd. VI/4, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 262-308

WEIBEL, E.R. (1979)

Stereological Methods Vol 1.

Academic Press London, New York, Toronto, Sydney, San Francisco

ZAPATA, P., HESS, A., BLISS, E.L., and EYZAGUIRRE, C. (1969)

Chemical electron microscopic and physiological observations on the role of catecholamines in the carotid body.

Brain Res. 14, 473-496

Verdankungen

An dieser Stelle möchte ich mich herzlich bedanken bei allen, die mir beim Anfertigen dieser Arbeit behilflich waren.

Mein besonderer Dank gilt:

Herrn Prof. Dr. J. Frewein für die Ueberlassung des Themas, für die Unterstützung bei der Durchführung der Untersuchungen und für die kritische Durchsicht des Manuskriptes,

Herrn Prof. Dr. Dr. h.c. H. Stünzi für die Uebernahme des Korreferates,

Herrn Dr. P. Wild für die jederzeit gewährte Hilfe bei der Durchführung der Arbeit und besonders für die Beratung bei den morphometrischen Untersuchungen,

Herrn Dr. E. Eggenberger für die Ausführung der statistischen Berechnungen,

Frau A. Hulftegger und Frau H. Coradi für die Herstellung der histologischen Präparate,

Frau B. Bachmann für die Reinschrift dieser Arbeit.

Curriculum vitae

- 15.4.1950 in Zürich geboren
- 1957 - 1963 Primarschule in Unter-Engstringen, Cham und
Zürich
- 1963 - 1966 Sekundarschule in Zürich
- 1966 - 1970 Gymnasium II an der Töcherschule der
Stadt Zürich
- Herbst 1970 Matura Typus B
- 1970 - 1975 Studium an der Veterinär-Medizinischen Fakultät
der Universität Zürich
- Herbst 1975 Staatsexamen
- Seither bin ich Assistentin in privaten
Kleintierpraxen.

